

зазначити, що протидефляційна стійкість чорноземів ґрунтів є відносно стабільною. Але потребує постійного моніторингу з доведенням отриманих даних до аграріїв з метою прийняття ними виробничо правильних рішень.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Долгилевич М. И. Пыльные бури и агролесомелиоративные мероприятия. Москва : Колос, 1978. 234 с.
2. Chornyuy S.G., Hotinenko O.M., Pismenniy O.V. et al. (2008). Dust storm March 23-24, 2007 in Southern Ukraine: widespread, meteorological and soil factors, soil loss. Bulletin of Agricultural Science 9:46-51. (In Ukrainian).
3. National Agronomy Manual. Part 502. Wind Erosion. NRCS. USDA. (2002).

**УДК 577.4: 631.816: 631.153.3**

### ЭКОЛОГО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ В СЕВООБОРОТЕ

**Стадник С. С., канд. с.-х. наук, доцент  
Бельцкий государственный университет  
им. Алеку Руссо, Республика Молдова**

Сельское хозяйство большинства стран мира, в т. ч. и Республики Молдова, столкнулось с большими проблемами экономического, экологического и социального плана как следствие преобладающего техногенного подхода к интенсификации земледелия. Первоначальные успехи «зелёной революции» сменились обострением последствий одностороннего подхода к интенсификации. К сожалению, острота отрицательных последствий вмешательства человека в природу при распашке целинных земель не осознана в полной мере, в виду экстернализации затрат по ликвидации этих последствий в условиях существующего подхода к оценке экономической эффективности возделывания культур. Ведь несправедливо когда за разрушение почвы в результате эрозии и некомпенсированных потерь органического вещества почвы или за загрязнённые почвы и грунтовые воды кто-то должен платить после нас. Такой подход лишает будущие поколения возможности самим себя обеспечить необходимыми для выживания продуктами питания. Переход к рыночной экономике не устраняет, а наоборот углубляет противоречие между кратковременными экономическими интересами и долгосрочными (перспективными) интересами по охране окружающей среды, в т. почв.

В этой связи огромный интерес представляет повсеместный переход к новой парадигме устойчивого развития в сельском хозяйстве, одобренная в Рио-де Жанейро, а потом в Йоханнесбурге.

Узкая специализация и концентрация, как в отрасли растениеводства, так и в отрасли животноводства при нарушении их гармонической взаимосвязи, привели к упрощению трофических связей и к необходимости дорогостоящих внешних вложений для поддержания саморегуляторной их способности в рамках сбалансированной агроэкосистемы. Одновременно возросла опасность загрязнения окружающей среды остатками удобрений и пестицидов.

Положительный эффект минеральных удобрений и пестицидов на урожайность культур неравнозначен их положительному воздействию на плодородие почв. Очень часто оценку энергетической эффективности выращивания той или иной культуры проводят с учётом только затрат энергии на их выращивание и содержание возобновляемой энергии солнца в надземной биомассе без учёта потерь органического вещества почвы на создание урожая. Известно, что на чернозёмных почвах львиная доля в формировании урожайности культур приходится на почвенное плодородие. Учитывая длительность во времени процесса восстановления почвенного плодородия и, главным образом, органического вещества почвы, как интегрального показателя почвенного плодородия, её следует также относить к невозобновляемым источникам энергии. Такой подход использован в отдельных работах [1, 2, 3, 4, 5, 6, 8].

При такой оценке земледелие выступает одновременно в качестве потребителя поступающей в агроэкосистему энергии (связанную с приходом солнечной радиации и с различными источниками антропогенной энергии) и в качестве её производителя в форме химической энергии продуктов питания и сырья.

Целью исследований, проведённых в длительном (заложенном в 1971 году) опыте севооборота является оценка эффективности производства и функционирования системы с учётом не только затрат на производство сельскохозяйственной продукции, но и на восстановление почвенного плодородия. В данном опыте изучается влияние следующих систем удобрения на продуктивность и плодородие типичного чернозёма в шестипольном севообороте ( вико-овёс – озимая пшеница – сахарная свекла – кукуруза на зерно – яровой ячмень – подсолнечник):

- натуральная – без удобрений;
- минеральная – NPK 130 кг д.в./га севооборота;
- органо-минеральная I – навоз 10 т + NPK 130 кг д.в./га севооборота;
- органо-минеральная II – навоз 15 т + NPK 130 кг д.в./га севооборота;
- органическая – навоз 15 т/га севооборота.

Почва в опыте представлена чернозёмом типичным тяжелосуглинистым со следующей характеристикой (на момент закладки опыта): содержание гумуса в слое 0-60 см – 3,83 %, общее содержание азота, фосфора и калия, соответственно, 0,24-0,26, 0,12-0,13 и 1,20-1,40 %, обменная кислотность – 6,2.

Содержание гумуса в почве определялось по Тюрину в 2019 году (образцы были отобраны в 2017 году). Для проведения расчётов потребленной и произведённой энергии использованы данные по затратам энергии на производство, погрузку, транспортировку, подготовку к использованию и внесение удобрений, и данные по содержанию энергии в сельскохозяйственной продукции и органическом веществе почвы, представленные в различных работах [2, 3, 7, 9].

Принимая во внимание ведущую роль органического вещества (гумуса) в определении плодородия почвы расчеты с учётом восстановления почвенного плодородия ведутся по восстановлению содержания органического вещества почвы. Учитывая важность данной величины расчётным путём определены затраты энергии на воспроизводство 1 т органического вещества почвы исходя из затрат энергии на производство и внесение необходимого количества подстилочного навоза. Применительно к чернозёмам данная величина принята за 3000 МДж.

В свою очередь, в 1 т органического вещества почвы содержится количество энергии, равное около 23000 МДж [8].

Эколого-энергетический расчет эффективности применения удобрений проводили по формуле [3]:

$$Ke = \frac{E_{out} \pm \Delta E_{soil}}{E_{in}},$$

где  $Ke$  – коэффициент энергетической эффективности;

$E_{out}$  – содержание энергии в прибавке урожая, МДж;

$E_{in}$  – затраты энергии на производство, погрузку, транспортировку и внесение удобрений, МДж;

$\Delta E_{soil}$  – изменение содержания энергии в почве, определённое по изменению баланса органического вещества, МДж.

Расчеты, проведенные на базе фактической урожайности в опыте по изучаемым системам удобрения и содержанию сухого вещества в продукции показали, что применение органических удобрений поддерживает энергетическую эффективность применения удобрений во все годы исследований на примерно одинаково высоком уровне.

Изменение содержания энергии в почве ( $\Delta E_{soil}$ ), определили исходя из разницы в содержании органического вещества почвы на момент закладки опыта и по состоянию на 2017 год. пределах

Коэффициент энергетической эффективности за расчетный период варьировал при минеральной системе удобрения в пределах 1,03-3,83, при органо-минеральной I и II – в пределах 1,99-5,37 и при органической – 5,08-9,68.

Согласно проведённым расчетам, большая доля энергии в урожае была накоплена благодаря естественному плодородию чернозёма. Доля удобрений в формировании урожайности при минеральной, органо-минеральной I, органо-минеральной II и органической системах удобрения составляет, соответственно: 18; 23; 26 и 24 %. В связи с этим, очень важно

компенсировать преимущественные затраты энергии самой почвы на формирование урожая.

На основании проведённых исследований можно сделать следующие выводы:

1. На формирование урожая сельскохозяйственных культур расходуется огромное количество почвенной энергии, сконцентрированной в органическом веществе почвы. Доля почвенного плодородия в формировании урожая колеблется от 74 до 82 % (разница в урожайности культур на удобренном фоне и контроле).

2. Коэффициент энергетической эффективности (Ke) с учётом изменения запасов энергии в самой почве позволяет более объективно судить об истинном расходе энергии не только на формирование урожайности, но и на восстановление почвенного плодородия.

3. Внесение органических удобрений поддерживает стабильный по годам и максимальный коэффициент энергетической эффективности.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Боинчан Б. П. *Экологическое земледелие в Республике Молдова (Севооборот и органическое вещество почвы)*. Chişinău : Ştiinţa, 1999, 270 с.

2. Булаткин Г. А. *Эколого-энергетические аспекты продуктивности агроценозов*. Пушино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1986, 209 с.

3. Гусев Е. М., Бусарова О. Е. Оценка энергетической эффективности агротехнологий. В: *Почвоведение*, 2001, No7, сс. 832-844.

4. Крупеников И. А., Боинчан Б. П. *Чернозёмы и экологическое земледелие*. Бэлць: Centrul editorial universitar, 2004, 169 с.

5. Boincean B., Dent D. *Farming the Black Earth. Sustainable and Climate – Smart Management of Chernozems*. Springer: Nature Switherlands AG, 2019, 226 p.

6. Boincean B., Dent D. Soil fertility and sustainable, resilient agriculture in the Republic of Moldova. In: *International Scientific Conference: Eastern European Chernozems – 140 years after V.Docuceev*. 2-3 october, Chişinău, 2019, pp.44-49.

7. Boincean B., Stadnic S. Principii ecologico-energetice la evaluarea folosirii solului. In: *Materialele conferinței științifico-practice “Pedologia modernă în dezvoltarea agriculturii ecologice”*, Chişinău, 5-6 mai, 2006, pp.161-166.

8. Stadnic S. Factorii fertilității solului la folosirea diferitor sisteme de fertilizare în asolament. In: *Materialele conferinței științifico-practice “Pedologia modernă în dezvoltarea agriculturii ecologice”*, Chişinău, 5-6 mai, 2006, pp. 195-199.

9. Stadnic S., Boincean B. Eficacitatea folosirii diferitor sisteme de fertilizare în asolament. In: *Tradiție și inovare în cercetarea științifică, Ediția a 7-a: Materialele Colloquia Professorum din 12 octombrie 2017*, Bălți: Centrul editorial universitar, 2018. pp. 117-124.